

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	ナノギャップ電極を用いた電気インピーダンス計測によるウイルスセンシング
Title(English)	
著者(和文)	羽月 竜治
Author(English)	Ryuji Hatsuki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9772号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:山本 貴富喜,吉野 雅彦,花村 克悟,野崎 智洋,村上 陽一
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9772号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	機械制御システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of	
学生氏名： Student's Name	羽月 竜治		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	山本貴富喜
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	吉野雅彦

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

インフルエンザやノロなどの病原性ウイルスによる感染被害を抑えるには、我々の生活圏に存在する病原菌ウイルスを常時モニタリングできる技術を確立すれば、病気の予防・早期発見に役立つことが期待される。一方で、Polymerase chain reaction (PCR)法や immunoassay 法といった生化学反応を利用する従来のウイルス検出法では、一度使い切り型の検出となるため、ウイルスを常時モニタリングするデバイスへと応用するのは難しい。

そこで本論文では、環境中のウイルスを常時モニタリングできるような検出へと応用可能な検出法の開発を目的とし、ナノ流路とそれを挟み込むように配置したナノギャップで、ナノ流路内に流れ込んできたとき単一ウイルスの電気インピーダンス測定を行う手法を提案した。電気信号の変化を継続して測定するため、時間的に連続して検出することができ、環境中のウイルスを常時監視することができる。提案した検出法の実現可能性を検討するために、ナノ流路とナノ流路を挟み込むような検出部を有する測定デバイスの開発を2章で行った。

第2章では、ウイルス検出デバイスの設計と作製について述べており、モニタリングデバイスへと応用可能な検出に必要な要件について検討し、またその次に要件を満たす検出部の作製方法について検討した。さらに、単一粒子計測の実現に向けたウイルスを含む溶液の送液について、圧力送液と表面改質の2点から検討を行う。また、本研究で用いるようなナノギャップの作製などに応用可能であるオゾン水を用いた金属のエッチング・平坦化技術の開発を行ったため、その定量的評価について述べる。

第3章においては、ウイルス粒子を測定する前段階の実験として、2章で開発したナノ流体デバイスを用いて KCl バッファ溶液を含む場合のみでのインピーダンス測定を行った。ナノギャップ電極間のインピーダンスを、ナノギャップ電極間の物理モデルを反映した等価回路モデルを用いて解析することで、流路内の送液や電気測定の際に極めて重要となるナノ流路内の電気二重層の厚さを測定できることが分かった。電気二重層と電気インピーダンスに関する基礎的事項について述べた後、電極付近の物理モデルからモデルに用いる等価回路の検討を行う。実測したインピーダンス値からモデルの妥当性について検討を行い、その次に提案した等価回路モデルを用いた電気二重層厚さの測定と測定結果について述べる。

第4章では、2章で開発した測定デバイスを基に開発したナノギャップ電極デバイスを用いて行った多粒子系の測定について述べる。ナノギャップ電極を用いた高電場インピーダンス計測によるウイルス測定の初期的評価を行うためにバキュロウイルス、タバコモザイクウイルス、インフルエンザウイルスの3種のウイルスそれぞれの測定を行った。多粒子測定系で得られたウイルス粒子の電気インピーダンスの結果から、単一粒子測定系でのインピーダンス計測の実現性について議論する。

第5章では、本研究で得られた実験結果と考察を総括し、結論および環境ウイルスモニタリングデバイス実現に向けた展望を述べる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	機械制御システム	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名 : Student's Name	羽月 竜治		指導教員 (主) : Academic Advisor(main)	山本貴富喜	
			指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)	吉野雅彦	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words )

Our environment poses a constant threat of exposure by pathogenic viruses, whether to humans or pets, domestic animals, or agricultural and marine products. No established methodology exists for inactivating most viruses that could cause widespread communicable disease. It is therefore imperative to realize a technology that can monitor the environment for viruses and help prevent their spread and disease transmission. The key is to develop a practical sensor that can continuously monitor the environment for viruses.

Therefore, nanofluidic sensor device which consists of a nanochannels sandwiched a couple of nano-gap electrodes was proposed for sensor available to monitoring device. In this paper, fabrication of measurement device is discussed. In this chapter, solution-sending and particle-driving to nanochannel is discussed as well.

In the third chapter, impedance of KCl buffer solution was measured in order to understand phenomena in nanogap electrodes and impedance signal of KCl solution which is planned to be used as buffer solution of virus solution. It is found that thickness of electrical double layers can be analyzed by measuring impedance of electrolyte solution in a nanogap and by using equivalent circuit model that reflects physics in a nanogap electrodes.

In the fourth chapter, impedance measurement for virus sample is conducted by the device that has a couple of nanogap electrodes. Multiple particles, not a single virus, were measured using nanogap electrodes. Impedance of three kinds of virus (baculovirus, tobacco mosaic virus, influenza virus) was measured and analyzed.

In the last chapter, primary results and current technological challenges were summarized. Also, future prospect of proposed sensing method was discussed.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).